

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПОКОВОК КОРПУСА НАРУЖНОГО ШАРНИРА ВЫСОКОСКОРОСТНЫМИ УДАРНЫМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ

Е. Н. Шерстобитов

ОАО «АВТОВАЗ»,
mag.kandidat@yandex.ru

Целью данной работы является исследование процесса накопления пластических деформаций в условиях осесимметричных жесткопластических течений и их локализации для определения областей возможного разрушения материала. В общем случае под разрушением подразумевается не только необратимый распад материала на две или больше частей. В понятие разрушения входит также необратимое пластическое течение, которое характеризуется остаточной деформацией и приводящее к исчерпанию несущей способности.

При теоретическом описании процесса накопления остаточных деформаций в окрестности особенностей поля линий скольжения (линии разрыва поля скоростей перемещений и центра веера линий скольжения) в качестве меры деформаций используется тензор конечных деформаций Альманси E_{ij} , связанный с тензором дисторсии $A = [a_{ij}] = [x_{j,i}^0]$ соотношениями [1,2]:

$$E_{ij} = \frac{1}{2}(\delta_{ij} - x_{k,i}^0 x_{k,j}^0) \quad \text{или} \quad E = \frac{1}{2}(I - AA^*), \quad (1)$$

где $x_{i,j}^0 = \partial x_i^0 / \partial x_j$; x_i^0 , x_j - соответственно лагранжевы и эйлеровы координаты частицы.

Проблема неединственности пластического течения в задачах теории плоской деформации идеального жесткопластического тела решается с использованием следующего критерия [1]: *предпочтительным является решение, для которого наибольшее значение первого главного значения тензора Альманси E_1 в пластической области минимально:*

$$\inf_{\psi} \sup_{\varphi} E_1(\varphi, \psi) \quad (2)$$

В качестве критерия разрушения и выбора направления развития трещины выбирается следующий критерий [1]: *разрушение материала происходит, если наибольшее главное значение тензора конечных деформаций Альманси E_1 превышает критическое значение E_* :*

$$E_1 \geq E_* \quad \text{или} \quad \sup_{\varphi} E_1(\varphi, \psi) = E_*, \quad (3)$$

разрушение происходит в направлении, при котором приращение работы, необходимой для деформирования образца, максимально:

$$\delta A(t) = \sup_{\psi} \delta A[\psi(t)], \quad (4)$$

(т.е. направление разрушения ортогонально первому главному направлению тензора конечных деформаций Альманси.

Данный теоретический подход был применен для определения характеристических линий максимальных касательных напряжений, точек разрывов и зон разрушений металла корпуса наружного шарнира переднего привода семейства автомобилей ВАЗ-2110, формируемого высокоскоростными ударными воздействиями инденторами с различными геометриями рабочей поверхности.

Процесс высокоскоростного ударного формирования корпуса наружного шарнира осуществляется в три перехода. На первом переходе происходит формирование цилиндрической поковки заданных размеров путем сжатия заготовки. На втором переходе происходит вдавливание индентора в цилиндрическую поковку, помещенную в жесткую матрицу. На третьем переходе осуществляется окончательное продавливание индентора с формированием шарнира заданных размеров. Проанализирована зависимость величины остаточных деформаций от трехэтапного процесса анизотропного упрочнения заготовки при формировании корпуса детали. На базе теории о накоплении жесткопластических деформаций получены характеристические линии и точки наиболее вероятных областей разрушения корпуса наружного шарнира, равных угловых скоростей переднего привода автомобиля.

Следует отметить, что использование технологии трех переходов при высокоскоростной ударной штамповке корпуса наружного шарнира приводило к значительному числу разрушений шарниров, как при их установке на автомобиль, так и при испытаниях. На основе выполненных исследований был разработан новый технологический процесс, который предусматривает пять высокоскоростных переходов. Новый технологический процесс позволил решить проблему разрушения корпусов наружных шарниров.

Использование результатов работы явились основой для внедрения данного технологического процесса изготовления наружных корпусов шарниров равных угловых скоростей для автомобилей, выпускаемых на ОАО «АВТОВАЗ»: ВАЗ 2170 - «Приора», ВАЗ 2118 - «Калина».

ЛИТЕРАТУРА

1. Хромов А.И., Козлова О.В. Разрушение жесткопластических тел. Константы разрушения. - Владивосток: Дальнаука, 2005..
2. Ишлинский А.Ю., Ивлев Д.Д. Математическая теория пластичности – М: Физматлит, 2003 г.